

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«ΕΚΤΙΜΗΣΗ –ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ  
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ ΔΡΑΜΑΣ»



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ**

Αϊνατζόγλου Ιωάννης

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ**

Dr.Μαλάμος Νικόλαος

**ΜΑΪΟΣ 2014**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Μαλάμο Νικόλαο κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Θα θελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της εργασίας παρουσιάζει αναλυτικά την επιστημονική μελέτη της υφιστάμενης περιοχής του έργου, πάνω στις ανάγκες των καλλιεργειών της σε νερό, μέσω της οποίας θα αποδοθούν όσο το δυνατόν πιο ορθολογικά οι πιθανότητες πλεονάσματος ή ελλείψεως σε τροφοδότηση νερού στις καλλιέργειες.

Η εργασία αυτή έχει σκοπό να μελετήσει τις ιδιότητες και τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάγκη των καλλιεργειών σε νερό και την σύγκρισή τους με την παροχή νερού που διοχετεύεται από το αρδευτικό έργο.

Το 1996 αποφασίστηκε να κατασκευαστεί ένα έργο μεταφοράς νερού από τις πηγές Καλλιθέας σε δυο λιμνοδεξαμενές στην περιοχή "ΧΑΝΙΑ". Οι δυο λιμνοδεξαμενές θα είχαν χωρητικότητα 66.000 m<sup>3</sup>. Για να ποτίσουν τα είδη των καλλιεργειών των 10.000 στρ. με τις εξής παραγωγές : Σιτάρι, κριθάρι, καπνός, βαμβάκι, μηδική, πατάτες.

Σε ότι έχει να κάνει με το κομμάτι της εξαμυσοδιαπνοής, εκεί έχει δοθεί βάση : στο μέσο όρο θερμοκρασίας της περιοχής , την υγρασία , στην ταχύτητα του ανέμου και τις ώρες ηλιοφάνειας της περιοχής.

Με τα στοιχεία αυτά και ανάλογα με τον αριθμό των στρεμμάτων των καλλιεργειών καταλήξαμε στο αποτέλεσμα πάνω στην ποσότητα νερού που απαιτείται για την σωστή ανάπτυξη των εκάστοτε καλλιεργειών.

Το πρώτο κεφάλαιο μας δίνει μια γενικευμένη και εμπειριστατωμένη εικόνα του εδάφους και των στοιχείων του παρουσιάζοντας μας τα διαφορά είδη εδαφών που θα μπορούσαμε να αναλύσουμε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έχουμε μια αναλυτική παρουσίαση του εδάφους στην Καλλιθέα Δράμας μαζί με μια γενική περιγραφή της περιοχής.

Το τρίτο κεφάλαιο μας δίνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση του αρδευτικού έργου με λεπτομερή

παρουσίαση και των λιμνοδεξαμενών που τοποθετήθηκαν για την αποθήκευση και διοχέτευση του νερού.

Από τις ανωτέρω συστάσεις μόνο τα 3.500 στρ. είναι ποτιστικά που αρδεύονται με φυγοκεντρικές αντλίες από τον ποταμό Αγγίτη αφού δεν υπάρχουν συστηματικά αρδευτικά έργα. Επομένως αφορά μόνο τα χωράφια που βρίσκονται κοντά στο ποτάμι.

Για το λόγο αυτό ο εκσυγχρονισμός του αρδευτικού δικτύου και η στεγάνωση των δεξαμενών με στεγανωτική μεμβράνη υψηλής πυκνότητας (HOPE) πάχους 1,5 χλστ. Για την άρδευση γεωργικής έκτασης μόνο για 1580 στρ. και το μήκος του δικτύου έχει μήκος 829m.

Το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Γεωργική-Κτηνοτροφική ανάπτυξη της περιοχής είναι η έλλειψη αρδευτικού.

Έτσι η κατασκευή του προτεινόμενου έργου θα συμβάλει :

- A) Στην αύξηση των αποδόσεων ανά στρέμμα των καλλιεργειών
- B) Στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών της περιοχής του έργου
- Γ) Στην αύξηση του όγκου και της αξίας της
- Δ) Στην του γεωργικού εισοδήματος των παραγωγών
- E) Στην μείωση του κόστους παραγωγής των γεωργικών προϊόντων
- Στ) Στην δυνατότητα εισαγωγής της σύγχρονης γεωργικής τεχνολογίας των αρδεύσεων στην περιοχή
- Z) Στην βελτίωση της παραγωγικότητας και του εκσυγχρονισμού των γεωργικών εκμεταλλεύσεων της περιοχής του έργου
- H) Στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των αγροτών
- Θ) Στην συγκράτηση του τοπικού πληθυσμού στην περιοχή της κοινότητας Καλλιθέας που παρουσιάζει φθίνουσα εξέλιξη

Στη συνέχεια, στο τέταρτο κεφάλαιο η μελέτη αναλύει τα δεδομένα της περιοχής, στο μέσο όρο θερμοκρασίας της περιοχής, την υγρασία, στην ταχύτητα του ανέμου και τις ώρες ηλιοφάνειας της περιοχής με στόχο την εύρεση της εξατμισοδιαπνοής και την ολική ζήτηση νερού της συνολικής έκτασης των 1.580 στρεμμάτων που υδροδοτούνται από το αρδευτικό δίκτυο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα οικονομικά κέρδη των καλλιεργειών της περιοχής. Μια λεπτομερής παρουσίαση των εσόδων-εξόδων για κάθε είδος καλλιέργειας.

Κλείνοντας την εργασία στο τελευταίο κεφάλαιο της, έχουμε τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παραθέτοντας τις πληροφορίες των δυο προηγούμενων κεφαλαίων για να καταλήξουμε στα ανάλογα συμπεράσματα

Η σύγκριση των κερδών της εκάστοτε καλλιέργειας θα μας βοηθήσει να παρουσιάσουμε επιστημονικά τα επιχειρήματά μας.

## Περιεχόμενα

<b>1. ΓΕΝΙΚΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Σχηματισμός του εδάφους.....	1
1.2 Στοιχεία Εδαφολογίας.....	2
1.3 Είδη Εδαφών.....	3
1.4 Περιγραφή περιοχής μελέτης .....	8
1.4.1 Γενικά .....	8
1.4.2. Εδαφολογικά στοιχεία.....	10
<b>2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>12</b>
2.1 Γενικά .....	12
2.2 Στοιχεία Άρδευσης Έργου .....	17
<b>3.ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ Ν.ΔΡΑΜΑΣ .....</b>	<b>20</b>
3.1 Τεχνική έκθεση .....	20
3.1.1. Συνοπτική Περιγραφή Υφιστάμενων Έργων .....	20
3.1.2.Γεωργοτεχνικά-Γεωργοοικονομικά στοιχεία του έργου .....	22
3.1.3.Αρδευτικό Δίκτυο Σωληνώσεις .....	24
<b>4.ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ .....</b>	<b>26</b>
4.1 Γενικά .....	26
4.2 Υπολογισμός αναγκών σε αρδευτικό νερό .....	27
4.2.1 Εξατμισοδιαπνοή.....	29
<b>5.ΣΥΓΚΡΙΣΗ-ΚΕΡΔΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ .....</b>	<b>38</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>44</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>46</b>

# 1. ΓΕΝΙΚΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## 1.1 Σχηματισμός του εδάφους

Στην Περιβαλλοντική Γεωτεχνική, ως "έδαφος" νοούνται οι ανώτερες στρώσεις του φλοιού της γης οι οποίες λόγω της αποσάθρωσης και της δράσης οργανισμών μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη φυτών. Οι υποκείμενες του εδάφους στρώσεις του ανώτερου φλοιού αποτελούν το "υπέδαφος". Το υπέδαφος από τεχνικής απόψεως διακρίνεται σε μαλακούς και βραχώδεις σχηματισμούς (πετρώματα) που μελετώνται από την Εδαφομηχανική και Βραχομηχανική αντιστοίχως.

Οι βραχώδεις σχηματισμοί διακρίνονται σε πυριγενείς (που έχουν προέλθει από την πήξη μάγματος), ιζηματογενείς (που έχουν προέλθει από τη γεωλογική διαγένεση μαλακών ιζημάτων) και μεταμορφωσιγενείς (που έχουν προέλθει από τη μεταμόρφωση πυριγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων υπό συνθήκες μεγάλων πιέσεων και θερμοκρασιών). Οι μαλακοί σχηματισμοί προέρχονται από την αποσάθρωση βραχωδών σχηματισμών και διακρίνονται σε αλλουβιακούς (δηλαδή προϊόντα αποσάθρωσης βράχων που έχουν μεταφερθεί από το νερό και έχουν αποτεθεί ως ιζήματα στους πυθμένες θαλασσών και λιμνών σε σχετικώς πρόσφατες γεωλογικές περιόδους και συνεπώς δεν έχουν υποστεί αξιόλογη διαγένεση) και υπολειμματικούς (δηλαδή χαλαρά προϊόντα της αποσάθρωσης βραχωδών σχηματισμών που έχουν αποτεθεί επιτόπου στις βάσεις των κλιτύων, χωρίς προηγούμενη μεταφορά από το νερό).

Οι σχηματισμοί που αποτελούν το έδαφος και το υπέδαφος συνίστανται από ορυκτά (minerals), δηλαδή ανόργανα υλικά με σταθερή χημική σύνθεση και συγκεκριμένες χημικές ιδιότητες. Οι βραχώδεις και μαλακοί σχηματισμοί αποτελούνται από ποικίλα ορυκτά σε διάφορες αναλογίες και συνεπώς έχουν μεταβλητή σύνθεση και χημικές ιδιότητες.

Η αποσάθρωση των βραχωδών σχηματισμών προκαλείται από ποικίλους παράγοντες και κυρίως κλιματικούς (βροχή, άνεμος, θερμοκρασιακές μεταβολές), χημικούς (επίδραση χημικών διαλυμάτων που διακινούνται μέσω του υπόγειου νερού ή υδροθερμικών διαλυμάτων που διακινούνται μέσω των ρωγμών των πετρωμάτων) ή οργανικούς (ριζικό σύστημα των φυτών, βακτηρίδια). Οι ανωτέρω παράγοντες είτε προκαλούν μηχανική καταπόνηση και φθορά των πετρωμάτων είτε προκαλούν χημική εξαλλοίωση κατά την οποία τροποποιείται η χημική σύνθεση των ορυκτών και προκύπτουν ουσίες με διαφορετική σύσταση και ιδιότητες.

## 1.2 Στοιχεία Εδαφολογίας

Οι αμφιβολίτες και πυρόξενοι ευρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες από τους άστριους, αποσαθρώνονται εύκολα και παρέχουν στα εδάφη σημαντικές ποσότητες ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και ολίγου σιδήρου.

Οι μαρμαρυγίες είναι κοινά ορυκτά που σχηματίζονται από φύλλα που είναι σχετικά διαφανή όταν είναι λεπτά. Ο ανοιχτόχρωμος μοσκοβίτης αποτελεί τον πιο συνήθη μαρμαρυγία ενώ ο σκουρόχρωμος βιοτίτης είναι πιο σπάνιος. Καθώς αποσαθρώνονται, οι μαρμαρυγίες συνεισφέρουν στα εδάφη κυρίως κάλιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε παλαιότερα εδάφη, απαντώνται πολύ μικρές ποσότητες βιοτίτη διότι αυτός αποσαθρώνεται πολύ γρηγορότερα από τον μοσκοβίτη.

Τα πυριτικά ορυκτά είναι εξαιρετικής γεωλογικής και εδαφολογικής σημασίας δεδομένου ότι ο χαλαζίας και η άμμος είναι τα πιο διαδεδομένα ορυκτά στην γη. Τα πυριτικά ορυκτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη σκληρότητα και εξαιρετική αντοχή στην αποσάθρωση, γιαυτό αυτά τα ορυκτά ευρίσκονται σε εδάφη ακόμα και όταν άλλα ορυκτά έχουν αποσαθρωθεί πλήρως. Ο κριστοβαλίτης και ο χαλκηδόνιος απαντώνται



σε μικρότερες ποσότητες και είναι ήσσονος σημασίας στα εδάφη, είναι ενδιαφέρον όμως να αναφερθεί ότι ο χαλκηδόνιος, σε καθαρή μορφή, είναι ημιπολύτιμη πέτρα εξαιρετικής ομορφιάς.

Από τα τέσσερα οξειδία του σιδήρου, ο αιματίτης και κυρίως ο λιμονίτης ευρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τον γκαιίτη και τον μαγνητίτη. Τα ορυκτά αυτά απελευθερώνουν σίδηρο και προσδίδουν στον έδαφος χαρακτηριστικές κοκκινοκίτρινες αποχρώσεις (κοκκινόχωμα).

Τέλος, τα ανθρακικά άλατα (carbonates) αποσαθρώνονται πολύ εύκολα και έτσι στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν ήδη εκπλυθεί από το έδαφος.

Από τα λοιπά ορυκτά, το υδροξείδιο του αργιλίου συνεισφέρει το μεγαλύτερο μέρος του αργιλίου που ανευρίσκεται στα εδάφη. Ο απατίτης δεν απαντάται πολύ συχνά αλλά αποτελεί μια σημαντική πηγή φωσφόρου. Ο τουρμαλίνης συναντάται σε μικρές ποσότητες αλλά είναι σχεδόν η μοναδική πηγή του εδαφικού βορίου, το οποίο είναι κατά κανόνα ανεπαρκές σε Μεσογειακά εδάφη· σε ελαιώνες, για παράδειγμα, έλλειψη βορίου προκαλεί μερική ξήρανση του φυλλώματος. Το ζιρκόνιο (που αποτελεί ημιπολύτιμο λίθο) είναι αρκετά σκληρό και ανθεκτικό στην αποσάθρωση, έτσι απαντάται ακόμα και σε παλαιότερα εδάφη. Ο θειούχος σίδηρος, με την χαρακτηριστική γυαλιστερή κίτρινη απόχρωση που του δίνει μεγάλη ομοιότητα με τον χρυσό, παρέχει σίδηρο και θείο στα εδάφη. Τέλος, ο γύψος αποσαθρώνεται εύκολα, παρέχει ασβέστιο και θείο στα εδάφη, προκαλεί δε πτώση του pH.

### **1.3 Είδη Εδαφών**

#### **Αλλούβια**

Οι αλλουβιακές αποθέσεις έχουν στο γεωλογικό παρελθόν παρασυρθεί από τρεχούμενο νερό (π.χ. χείμαρρους) και έχουν αποτεθεί στους πυθμένες θαλασσών ή λιμνών. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική

από εδαφογενετικής πλευράς διότι οι αποθέσεις αυτές καταλήγουν σε διαφορετικού τύπου εδάφη.

Τρία είδη αλλουβιακών αποθέσεων αποτελούν συνήθη μητρικά υλικά για εδαφογένεση: κώνοι αποθέσεως που σχηματίζουν αλλουβιακά ριπίδια (alluvial fans), πλημμυρικές ζώνες (floodplains) και δέλτα ποταμών (deltas).

Αλλουβιακά ριπίδια. Καθώς το νερό ενός χειμάρρου κυλάει στην πλαγιά ενός βουνού, αυξάνει η ταχύτητά του και παρασύρει σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών. Όταν ο χείμαρρος φθάσει σε πεδιάδα, η ταχύτητα του νερού μειώνεται ξαφνικά, με αποτέλεσμα να αποτεθούν ως ιζήματα τα μεταφερόμενα φερτά υλικά. Οι κώνοι αποθέσεως που δημιουργούνται κατ' αυτόν τον τρόπο αποκαλούνται αλλουβιακά ριπίδια ("ριπίδιο" σημαίνει βεντάλια).

Τα εδάφη που προέρχονται από αλλουβιακές αποθέσεις δεν είναι εξελιγμένα (δεν παρουσιάζουν δηλαδή ορίζοντες), κατά κανόνα δε χαρακτηρίζονται από καλή αποστράγγιση. Η σύσταση αυτών των εδαφών εξαρτάται από τα ορυκτά και πετρώματα που ευρίσκονται στις ανάντη πλαγιές από τις οποίες ο χείμαρρος παρασύρει φερτά υλικά.

**Πλημμυρικές ζώνες.** Ενώ τα αλλουβιακά ριπίδια απαντώνται σε πλαγιές βουνών και λόφων, σε πεδιάδες που διασχίζονται από ποταμούς απαντώνται πλημμυρικές ζώνες. Με την δημιουργία μαιάνδρων από την κοίτη ενός ποταμού, δημιουργείται με την πάροδο του χρόνου η ευρεία επίπεδη ζώνη που αποκαλείται πλημμυρική ζώνη του ποταμού, η οποία καλύπτεται από αποκαλούμενα παρόχθια έλη, και γεμίζει με νερό σε περιπτώσεις πλημμύρας. Καθώς τα πλημμυρικά νερά του ποταμού βγαίνουν από την κοίτη του, η ταχύτητά τους μειώνεται με αποτέλεσμα την απόθεση των φερτών υλικών που μεταφέρουν. Με την πάροδο του χρόνου και μετά από πολλές διαδοχικές πλημμύρες, η πλημμυρική ζώνη που περιβάλλει την κοίτη του ποταμού καλύπτεται από φερτά υλικά.

Τα εδάφη που δημιουργούνται σε πλημμυρικές ζώνες είναι σχετικά βαλτώδη, ενώ η σύστασή τους εξαρτάται από τη σύσταση των φερτών υλικών. Επειδή αυτά προέρχονται από διάβρωση του ορίζοντα A1 των ανάντη εδαφών, είναι πιθανό να περιέχουν υψηλό ποσοστό οργανικών υλικών και ιλύος γι' αυτό είναι αρκετά γόνιμα.

Σε περίπτωση που τα φερτά υλικά προέρχονται από αγροτικές εκτάσεις, τα εδάφη πλημμυρικών ζωνών μπορεί να είναι πλούσια σε θρεπτικές ουσίες.

Ποτάμια δέλτα. Όταν ένας ποταμός εκβάλλει σε ένα μεγάλο σώμα επιφανειακού νερού (π.χ. λίμνη, κόλπο ή ανοιχτή θάλασσα) και η ενέργεια των κυμάτων δεν είναι αρκετή για να κρατήσει τα φερτά υλικά σε αιώρηση, δημιουργείται ένα δέλτα (που συνήθως έχει την μορφή ριπιδίου). Τα δέλτα είναι συνήθως βαλτώδη, διασχίζονται από μικρές παραφυάδες του ποταμού και υπόκεινται σε συχνές πλημμύρες. Η βαθμιαία μετάβαση από το γλυκό σε αλμυρό νερό που παρατηρείται σε περιοχές δέλτα, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που συντελεί στην δημιουργία οικοσυστημάτων μοναδικής βιοποικιλότητας και υψηλής παραγωγικότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι τέτοιες ζώνες βαθμιαίας μεταβολής φυσικών παραμέτρων που παρατηρούνται στα όρια διαφορετικών οικοσυστημάτων, αποκαλούνται οικότονοι (ecotone). Επειδή το μεγαλύτερο μέρος των χονδρόκοκκων φερτών υλικών που μεταφέρονται από τους ποταμούς έχουν ήδη αποτεθεί ανάντη, τα δέλτα συνήθως καλύπτονται από άμμο, ιλύ και άργιλο. Δεδομένου ότι οι αλλουβιακές αποθέσεις είναι σχετικά πρόσφατες, τα εδάφη που προκύπτουν από αυτές είναι σχετικά νέα, οι δε θρεπτικές ουσίες δεν έχουν ακόμα εκπλυθεί από αυτά.

**Παράκτιες ζώνες.** Τα φερτά υλικά που δεν αποτίθενται στις αλλουβιακές περιοχές που εξετάστηκαν παραπάνω, φθάνουν στην θάλασσα. Με την είσοδο τους στο θαλασσινό νερό, αποτίθενται στον πυθμένα, τα μεν χονδρόκοκκα υλικά κοντά στην παραλία, τα δε λεπτόκοκκα υλικά όπως οι άργιλοι, σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή. Σε αντίθεση με τις χερσαίες αλλουβιακές αποθέσεις, οι παραθαλάσσιες αποθέσεις είναι σχετικά παλαιές και τα παράκτια εδάφη που δημιουργούνται από αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλή έκπλυση θρεπτικών ουσιών, ο δε χαλαζίας αποτελεί την πλέον συνήθη συνιστώσα τους. Γεωμορφολογικά, η παράκτια ζώνη χαρακτηρίζεται από εναλλαγή αλλουβιακών αποθέσεων νεαρής ηλικίας με παλαιότερες θαλάσσιες αποθέσεις, με αποτέλεσμα την γένεση σύνθετων εδαφών.

## Οργανικά εδάφη

Αν και οι οργανικές αποθέσεις είναι πιο περιορισμένες από τα άλλα είδη εδαφικών μητρικών υποστρωμάτων, εν τούτοις καταλαμβάνουν ένα σημαντικό τμήμα της επιφάνειας της γης και είναι σημαντικές από περιβαλλοντικής και γεωργικής πλευράς.

Συνήθως οργανικές αποθέσεις σχηματίζονται σε παράλια έλη και χερσαίες

βαλτώδεις περιοχές. Όταν το νερό είναι ρηχό, απαντώνται χαρακτηριστικά είδη χλωρίδας π.χ. βούρλα (sedges), καλαμιές (reeds) και γράσταις (το κοινό γρασίδι, grasses) στις ΗΠΑ συναντώνται και χαμεκύπαρες (είδη χαμηλών κυπαρισσιών, cypress). Στην Ελλάδα, σε τέτοιες περιοχές φύονται καλάμια, βούρλα και ιπιές, π.χ. στις Πρέσπες. Καθώς οι φυτικοί αυτοί οργανισμοί νεκρώνονται ή ρίχνουν τα φύλλα τους, δημιουργείται στον πυθμένα μια στρώση οργανικών καταλοίπων. Λόγω της παρουσίας του νερού, τα οργανικά αυτά κατάλοιπα δεν οξειδώνονται και, με την πάροδο των ετών, συσσωρεύονται και δημιουργούνται οργανικές αποθέσεις μεγάλου πάχους.

Οι οργανικές αυτές αποθέσεις διακρίνονται σε εκείνες που έχουν ημιτελώς αποσυντεθεί (muck) όπου μπορούμε ακόμα να διακρίνουμε κομμάτια φύλλων, κλαδιών κ.λπ. και εκείνες που έχουν πλήρως αποσυντεθεί και συχνά αποκαλούνται τύρφη (peat), όπου δεν μπορούμε πλέον να αναγνωρίσουμε την αρχική προέλευση των οργανικών καταλοίπων. Εάν η τύρφη προέρχεται από βούρλα, καλαμιές, βρύα (mosses) και γρασίδια, αποκαλείται ινώδης τύρφη (fibrous peat) ενώ εάν η τύρφη έχει σχηματισθεί ζαπό δένδρα όπως ιπιές, σκλήθρα, ελώδη πεύκα (*Pinus palustris*), που δεν απαντώνται στην Ελλάδα) ή χαμεκύπαρες (*Chamaecyparis lawsoniana*, κοινώς cypress, που επίσης δεν απαντώνται στην Ελλάδα), αποκαλείται ξυλώδης τύρφη (woody peat).

Εάν οι οργανικές αποθέσεις είναι παχύτερες από περίπου 40 cm και περιέχουν τουλάχιστο 30% οργανικά υλικά, σχηματίζουν με την πάροδο του χρόνου οργανικά εδάφη που αποκαλούνται Histosols (προφέρεται “χίστοσολ”). Τέτοια εδάφη μπορεί να έχουν πάχος αρκετά μέτρα και περιέχουν ακόμα και 100% οργανικό υλικό.

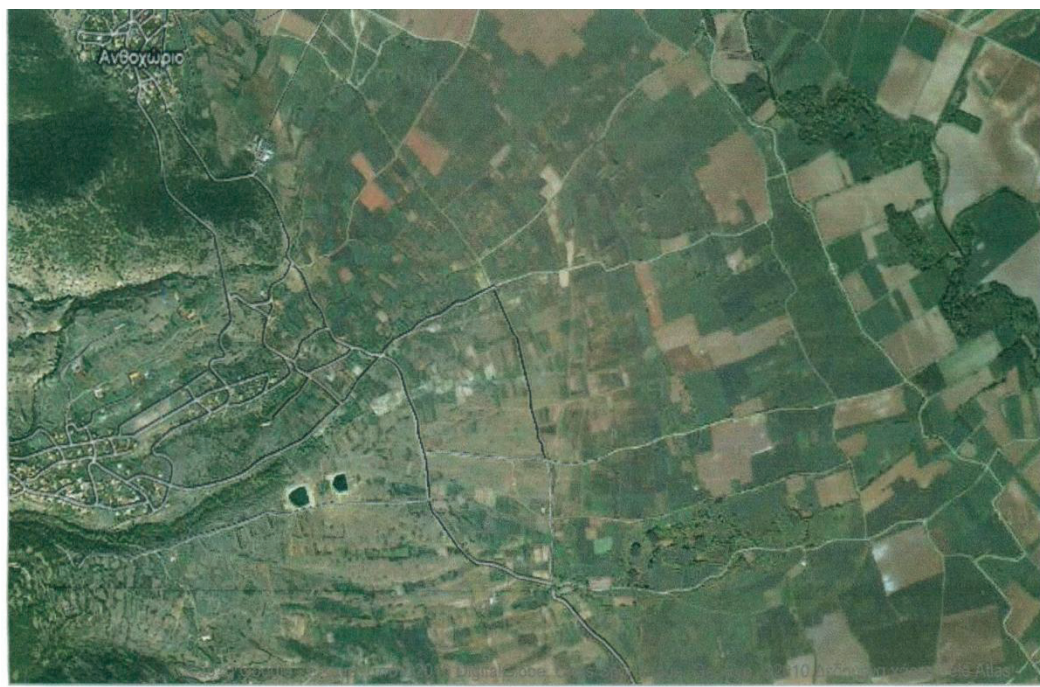
## VII

Στην Ελλάδα, χαρακτηριστικά παραδείγματα τυρφοδών εκτάσεων αποτελούν η πεδιάδα των Φιλίππων στην περιοχή της Καβάλας και οι αποξηραμένες λίμνες Κωπαΐδας και Ξηριάδας.

## 1.4 Περιγραφή περιοχής μελέτης

### 1.4.1 Γενικά

Το δημοτικό Διαμέρισμα της Καλλιθέας βρίσκεται στο Ν.Δ. τμήμα του Ν.Δράμας και σε απόσταση 26χλμ. Η Καλλιθέα έχει 700 κατοίκους που ασχολούνται αποκλειστικά με την γεωργία και για την ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής στην περιοχή αυτή πραγματοποιήθηκε η κατασκευή δύο λιμνοδεξαμενών που αρχίζουν 200 μέτρα κατάντη των πηγών της Καλλιθέας και συνεχίζουν παράλληλα με το ρέμα **Λιασκονίτσα** και καταλήγει στη θέση **Χάνια**. Με σκοπό την ανακαίνιση και τον εκσυγχρονισμό του υφιστάμενου παλαιού αρδευτικού δικτύου για την άρδευση γεωργικής έκτασης 1580 στρ. περίπου στο Δ.Δ. Καλλιθέας.



Εικόνα 1. Περιοχή Καλλιθέας Ν. Δράμας

Το δημοτικό Διαμέρισμα της Καλλιθέας βρίσκεται στο Ν.Δ. τμήμα του Ν.Δράμας και σε απόσταση 26χλμ. Η Καλλιθέα έχει 700 κατοίκους που ασχολούνται αποκλειστικά με την γεωργία και για την ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής πρόκειται για την κατασκευή δύο λιμνοδεξαμενών που αρχίζουν 200 μέτρα κατάντη των πηγών της Καλλιθέας και συνεχίζει παράλληλα με το ρέμα **Λιασκονίτσα** και καταλήγει στη θέση **Χάνια**. Με σκοπό την ανακαίνιση και τον εκσυγχρονισμό υφιστάμενου παλαιού αρδευτικού δικτύου για την άρδευση γεωργικής έκτασης 1580 στρ. περίπου στο Δ.Δ. Καλλιθέας.

Στις περιοχές αυτές έχει κατασκευαστεί υπόγειο δίκτυο σωληνωτών αγωγών, που καλύπτει όλη την περιοχή με υδροληψίες κλπ. οι οποίες συνδέονται με τα ιδιωτικά δίκτυα των παραγωγών για την άρδευση των καλλιεργειών με τεχνητή βροχή.

Τα οικοσυστήματα της περιοχής είναι τυπικά χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, προστατευόμενοι τόποι θηραμάτων, υδροβιότοποι κ.λ.π. σπάνια βλάστηση, εθνικοί δρυμοί. Στις πεδινές εκτάσεις επικρατούν καλλιέργειες και ο κύριος όγκος των οικισμών, ενώ στα γύρω ορινά απαντώνται οι άγονες βραχώδεις περιοχές του Μενοικίου, οι θαμνώδεις δασικές περιοχές στη μεταβατική ζώνη και τα δάση στα ψηλότερα υψόμετρα.

Το όλο έργο βρίσκεται εκτός της κατοικημένης περιοχής .Για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μικρότερη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον και για οικονομικούς σκοπούς η υδροληψία κατασκευάστηκε σε φυσική θέση μέσα στο ρέμα **Λιασκονίτσα** . Ο αγωγός καθώς και οι δυο (2) δεξαμενές κατά μήκος του αγωγού έγιναν στο πλάι υπάρχοντος αγροτικού δρόμου. Τέλος οι δύο λιμνοδεξαμενές έγιναν σε φυσικά βαθουλώματα της περιοχής. Τόσο στην εγγύς του έργου περιοχή όσο και στην ευρύτερη περιοχή ο πληθυσμός ασχολείται με την Γεωργία και την Κτηνοτροφία όπως αναφέρεται και παραπάνω και για το λόγω αυτό έγιναν προσπάθειες να επηρεάσει θετικά το ανθρωπογενές περιβάλλον συμβάλλοντας στην ανάπτυξη των καλλιεργειών .Επιδράσεις στην χλωρίδα της περιοχής δεν προβλέπονται με εξαίρεση φυσικά την αύξηση των αρδευομένων καλλιεργειών και πανίδας. Το έργο δεν επηρεάζει το

υδάτινο δυναμικό των πηγών διότι δεν γίνεται καμία επέμβαση σε αυτές. Βασίζεται στις απορροές των πηγών κατάντη σε ποσότητες νερού που χάνονται ανεκμετάλλευτες. Οι δύο λιμνοδεξαμενές κατασκευάστηκαν η μια κάτω από την άλλη ,και έχουν διπλή λειτουργία, αποθηκεύουν συγχρόνως το νερό των πηγών για όσο χρονικό διάστημα το δίκτυο δεν λειτουργεί ,εξασφαλίζοντας λόγω της θέσης τους την απαιτούμενη πίεση στις υδροληψίες άρδευσης.

#### **1.4.2. Εδαφολογικά στοιχεία**

Η προς αξιοποίηση περιοχές στην κοινότητα Καλλιθέας, βρίσκονται νότια και ανατολικά της θέσης του κατασκευασμένου φράγματος στην περιοχή και έχουν συνολική έκταση 10000 στρ περίπου.

Το ανάγλυφο της περιοχής είναι επίπεδο, η σύσταση του εδάφους μέση προς ελαφρά και η γονιμότητα μέτρια έως καλή. Γενικά το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμοαργιλλοπηλώδες, με χρώμα σκοτεινό καστανό ( 10 YR 3/3 υγ.) και καστανό ως καστανό σκοτεινό (10 YR 5-4/3 ξ.)

Έχει δομή λεπτοψιχαλωτή, είναι χαλαρό, πλαστικό, κολλώδες και έχει CaCO<sub>3</sub>. Πέτρες δεν υπάρχουν.

Το ποσοστό της Οργανικής ουσίας του Α ορίζοντα, όπου καλλιεργείται είναι πολύ κάτω από 2%. Το ποσοστό αυτό ελαττώνεται με το βάθος του εδάφους και μάλιστα σε άλλα προφίλ αργά και σε άλλα γρήγορα .

Το ποσοστό CaCO<sub>3</sub> βρίσκεται στο άνω έδαφος μεταξύ 10 με 25 % και αυξάνει με το βάθος.

Το PH του εδάφους είναι συνήθως μεγαλύτερο από 7,5.

Το ποσοστό του αργίλου είναι μεταξύ 30 με 54% στο άνω μέρος και δεν παρουσιάζει σαφή τάση για αύξηση ή μείωση με το βάθος.

Το ίδιο ισχύει και για τα ποσοστά της Ιλύος και της άμμου. Επειδή μερικές από τις εκτάσεις του αγροκτήματος βρίσκονται σε επικλινείς θέσεις και κυρίως αυτές προς το συνοικισμό, είναι ευάλωτες στη διάβρωση και για το λόγο αυτό χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά τη γεωργική τους



εκμετάλλευση για να περιορίζεται όσο γίνεται περισσότερο η ένταση της διάβρωσης .

Τέλος από άποψη θρεπτικών στοιχείων τα εδάφη είναι γενικά φτωχά σε Ν.Ρ.Κ και επομένως για μια επιτυχημένη συγκομιδή χρειάζεται να γίνεται λίπανση των χωραφιών και με τα τρία αυτά στοιχεία .

Οι επικρατέστεροι στην περιοχή είναι οι Β και ΒΔ κατά την χειμερινή περίοδο και οι ΒΑ και ΝΔ κατά τους υπόλοιπους μήνες του έτους.

Προβλήματα εφαρμογής της άρδευσης με τεχνητή βροχή ,που είναι και η συνήθης στην ευρύτερη περιοχή , αν όχι η αποκλειστική μέθοδος άρδευσης των καλλιεργειών , δεν δημιουργούνται κατά την περίοδο εφαρμογής του αρδευτικού νερού στο χωράφι .

Γενικά το κλίμα θεωρείται ιδανικό για την καλλιέργεια και την παραγωγή άριστης ποιότητας καπνού τόσο στην παρούσα περιοχή όσο και στην ευρύτερη περιοχή της Προσοτσάνης με συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες περιοχές, εφόσον βέβαια , εξασφαλιστεί το αναγκαίο νερό για άρδευση που αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την αξιοποίηση της περιοχής.

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

### 2.1 Γενικά

Οι πατροπαράδοτοι τρόποι ποτίσματος των διαφόρων καλλιεργειών, όπως το πλυμαντό, τα αυλάκια και οι λεκάνες, έχουν σχεδόν εκλείψει και αντικαταστάθηκαν με τα Βελτιωμένα Συστήματα Άρδευσης (ΒΣΑ), που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι *η μεγάλη εξοικονόμηση νερού*. Τα Βελτιωμένα Συστήματα Άρδευσης έχουν καθιερωθεί ως τα πιο αποδοτικά και τα πιο εύκολα στη χρήση του νερού με πολλαπλά οικονομικά οφέλη για τον χρήστη, αλλά και την οικονομία του τόπου γενικότερα.

Τα Συστήματα αυτά αποτελούνται από δίκτυα κλειστών αγωγών διαφόρων διαμέτρων πάνω στα οποία εφαρμόζονται εξαρτήματα για τον έλεγχο και τη διάθεση του νερού στην υπό άρδευση καλλιέργεια. Για τη λειτουργία τους απαιτείται η ύπαρξη πίεσης, η προέλευση της οποίας μπορεί να είναι είτε φυσική (υψομετρική διαφορά), ή τεχνητή (εγκατάσταση αντλητικών συγκροτημάτων).

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να κατατάξουμε τα Συστήματα αυτά σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την πίεση λειτουργίας και την παροχή τους. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που λειτουργούν με χαμηλή-μέση πίεση λειτουργίας και μικρή-μέση παροχή, όπως είναι για παράδειγμα οι σταγόνες και οι εκτοξευτήρες μικρής παροχής (τα σπρίνκλερς). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που απαιτούν υψηλή πίεση λειτουργίας και μεγάλη παροχή (τεχνητή βροχή, καταιονισμός), όπως είναι για παράδειγμα οι διάφορων τύπων εκτοξευτήρες με κινητά μέρη και τα αυτοκινούμενα συστήματα με αντένες.

Για την καλύτερη ενημέρωση των αγροτών μας στον τομέα της ορθής εγκατάστασης και χρήσης των Βελτιωμένων Συστημάτων Άρδευσης, στο φυλλάδιο αυτό, που ετοιμάστηκε στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος του Τμήματος Γεωργίας, δίνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες. Στόχος είναι η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων τους, όπως

η εξοικονόμηση του νερού, η μείωση των εργατικών, η δυνατότητα εγκατάστασης αυτοματισμού και η βελτίωση της ποιότητας και ποσότητας των προϊόντων.

### **Περιγραφή των κυριότερων μερών και εξαρτημάτων των Βελτιωμένων Συστημάτων Άρδευσης**

Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελούνται τα διάφορα είδη Βελτιωμένων Συστημάτων Άρδευσης είναι κατά κανόνα τα ίδια. Αυτά έχουν ως ακολούθως:

- Κεφαλή του συστήματος άρδευσης
- Κύριοι αγωγοί μεταφοράς του νερού
- Υδροληψίες (μονάδες ελέγχου και διανομής του νερού)
- Δευτερεύοντες αγωγοί (δίκτυο τροφοδοσίας)
- Γραμμές άρδευσης (δίκτυο εφαρμογής)
- Σύστημα άρδευσης (π.χ. σταγόνες, εκτοξευτήρες).

**Κεφαλή του συστήματος άρδευσης:** Σκοπός της κεφαλής του συστήματος άρδευσης είναι ο καθαρισμός/φιλτράρισμα, η μέτρηση και, γενικά, ο έλεγχος του νερού άρδευσης.

Τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά τη διαθέσιμη πηγή νερού. Αποτελείται από διάφορα όργανα, μεταξύ των οποίων τα κυριότερα είναι:

- Το φίλτρο
- Ο λιπαντήρας/εγχυτήρας
- Ο μετρητής ροής
- Η αεροβαλβίδα

- Το πιεσόμετρο
- Η βαλβίδα αντεπιστροφής
- Ο ρυθμιστής πίεσης
- Η βαλβίδα ταχείας αποπίεσης



Εικόνα 2 Κεφαλές συστήματος άρδευσης

**Το φίλτρο:** Είναι απαραίτητο για το φιλτράρισμα του νερού άρδευσης. Τα κυριότερα είδη φίλτρων σήμερα στο εμπόριο, είναι οι αυλακωτοί δίσκοι, τα φίλτρα τατσίας, τα φίλτρα χαλικιών/άμμου και οι υδροκυκλώνες αν και οι τελευταίοι μπορούμε να πούμε ότι ανήκουν σε ξεχωριστή κατηγορία λόγω του ότι το φιλτράρισμα δεν επιτυγχάνεται με την παρέμβαση κάποιου διηθητικού μέσου αλλά γίνεται μηχανικά. Ανάλογα με την προέλευση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού άρδευσης, μπορούν να τοποθετηθούν περισσότερα του ενός φίλτρα ή και συνδυασμός διαφορετικών ειδών φίλτρων.

**Λιπαντήρας/εγχυτήρας:** Χρησιμεύει στην εφαρμογή λιπασμάτων μέσω του Συστήματος Άρδευσης. Στο εμπόριο κυκλοφορούν τρεις κατηγορίες

λιπαντήρων, οι οποίοι λειτουργούν με την πίεση του συστήματος. Ο λιπαντήρας κλειστού τύπου, ο λιπαντήρας τύπου Βεντούρι και ο λιπαντήρας τύπου πιστονιού.



Εικόνα 3 Λιπαντήρας

**Ο μετρητής ροής:** Χρησιμεύει στη μέτρηση του όγκου του νερού που διέρχεται κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

**Η βαλβίδα αντεπιστροφής:** Αποτρέπει την επιστροφή του νερού, το οποίο μπορεί να περιέχει και διάφορες χημικές ουσίες, όπως λιπάσματα και φυτοφάρμακα, από το σύστημα άρδευσης προς την πηγή, που είναι δυνατό να συμβεί σαν αποτέλεσμα διαφοράς πίεσης.

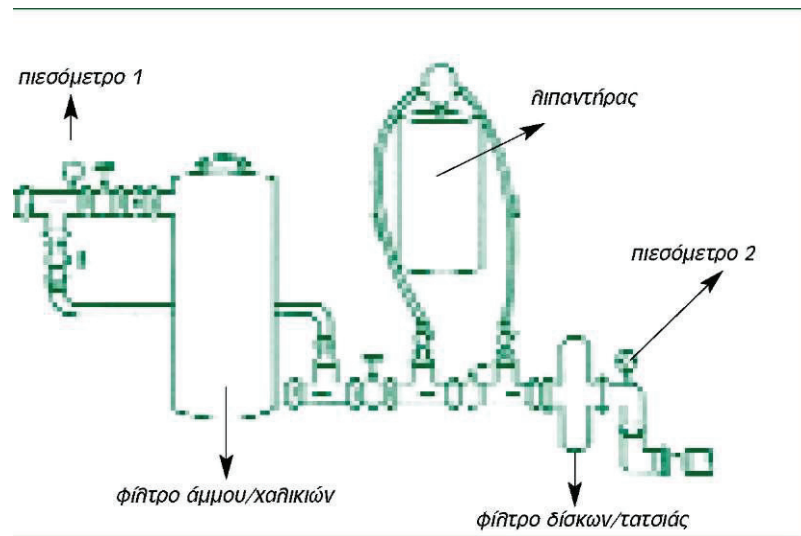
**Η αεροβαλβίδα:** Χρησιμεύει για την έξοδο αέρα που είναι δυνατό να εγκλωβιστεί στο Σύστημα ή για την είσοδο αέρα σε περίπτωση υποπίεσης.

**Ο ρυθμιστής πίεσης:** Σκοπός του είναι ο έλεγχος της πίεσης στην κεφαλή του Συστήματος στα προβλεπόμενα από τη μελέτη όρια.

**Το πιεσόμετρο:** Χρησιμεύει για τη μέτρηση της πίεσης λειτουργίας του Συστήματος εκφρασμένη σε ατμόσφαιρες (bars). Συνήθως στην κεφαλή

τοποθετείται ζεύγος πιεσόμετρων πριν και μετά τα φίλτρα σαν οδηγός για καθάρισμα των φίλτρων.

**Η βαλβίδα ταχείας αποπίεσης:** Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις όπου υπάρχει απότομη αύξηση της πίεσης στο Σύστημα, αφού προστατεύει το κύκλωμα από υδραυλικό πλήγμα.



Εικόνα 4. Τυπικό σχεδιάγραμμα κεφαλής Βελτιωμένου Συστήματος Άρδευσης

## 2.2 Στοιχεία Άρδευσης Έργου

Από την πηγή το νερό θα μεταφέρεται κατ' αρχήν στις προς άρδευση περιοχές με ένα σύστημα κεντρικών αγωγών και στην συνέχεια με τους υπόγειους σωληνωτούς αγωγούς, που είναι τοποθετημένοι στην περιοχή κατά μήκος των αγροτικών δρόμων ή των ορίων αγροτεμαχίων και φτάνει μέχρι τις υδροληψίες. Στις υδροληψίες συνδέονται με τα ιδιωτικά δίκτυα των παραγωγών για την άρδευση των καλλιεργειών τους με **καταιονισμό (τεχνητή βροχή)**.

Η απαιτούμενη πίεση για την εφαρμογή της τεχνητής βροχής εξασφαλίζεται από την υψομετρική διαφορά μεταξύ της θέσης υδροδότησης και της προς άρδευση περιοχής.

Τύποι υδροληψιών: 1 στόμιο , με περιοριστή παροχής, με ρυθμιστή πίεσης, με αντιπαγετική προστασία με υδρόμετρο .

### **Άρδευση με καταιονισμό (Τεχνητή βροχή )**

Στην άρδευση με καταιονισμό, το νερό εφαρμόζεται στον υπό άρδευση χώρο με μορφή τεχνητής βροχής. Πρόκειται για συστήματα που απαιτούν για τη λειτουργία τους ψηλή πίεση και παροχή.

Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα αυτά μπορούν να χωριστούν, ανάλογα με το εάν παραμένουν στον υπό άρδευση χώρο οι γραμμές και το σύστημα άρδευσης και διακρίνονται σε **μόνιμα, ημιμόνιμα και κινητά/αυτοκινούμενα**.

### **Μόνιμα συστήματα άρδευσης**

Στα μόνιμα συστήματα άρδευσης, όλες οι γραμμές του δικτύου άρδευσης τοποθετούνται υπόγεια και μετά την τοποθέτηση τους δεν μετακινούνται. Η θέση που τοποθετούνται οι εκτοξευτήρες είναι επίσης σταθερή.

Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται για την άρδευση εδαφοκαλυπτικών φυτειών μεγάλης αξίας, όπως είναι ο χορτοτάπητας. Το κόστος εγκατάστασης των συστημάτων αυτών είναι σχετικά ψηλό, αλλά αποσβένεται γρήγορα λόγω μειωμένων εργατικών.

### **Ημιμόνιμα συστήματα άρδευσης**

Στα ημιμόνιμα συστήματα άρδευσης, το δίκτυο μεταφοράς του νερού είναι μόνιμο και συνήθως τοποθετείται υπόγεια. Οι γραμμές άρδευσης στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι επιφανειακές ή να τοποθετηθούν υπόγεια. Χρησιμοποιούνται συνήθως για την άρδευση εδαφοκαλυπτικών φυτειών, όπως είναι το τριφύλλι. Στις γραμμές αυτές τοποθετούνται με ανυψωτήρες (rizer) οι εκτοξευτήρες οι οποίοι εύκολα μπορούν να μετακινηθούν για να γίνουν οι διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες που απαιτούνται.

### **Κινητά/αυτοκινούμενα συστήματα άρδευσης**

Τα κινητά συστήματα άρδευσης χρησιμοποιούνται σε φυτείες όπου είναι δυνατό να χρειαστούν συμπληρωματική άρδευση για ικανοποιητική παραγωγή σε περιπτώσεις που η βροχόπτωση είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Μετά την άρδευση, τα συστήματα αυτά μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση άλλου τεμαχίου. Το ενεργειακό κόστος που απαιτείται για τη μετακίνηση και λειτουργία τους είναι αρκετά ψηλό.



Ένα τέτοιο σύστημα είναι το αυτοκινούμενο σύστημα με εκτοξευτήρες. Αποτελείται από ένα εκτοξευτήρα (κανόνι) ψηλής παροχής και πίεσης λειτουργίας το οποίο βρίσκεται τοποθετημένο πάνω σε κινητή βάση. Η τροφοδοσία του εκτοξευτήρα γίνεται μέσω ενός εύκαμπτου αγωγού, ο οποίος στο άλλο του άκρο είναι συνδεδεμένος με ένα τύμπανο πάνω στο οποίο και τυλίγεται με τη χρήση τουρπίνας.

Παραλλαγή του συστήματος αποτελεί η χρήση αντένας (πολυμπέκ) μήκους 30-50 μέτρων αναρτημένη περίπου 2 μέτρα πάνω από το έδαφος. Η αρχή λειτουργίας της είναι η ίδια με πιο πάνω.



Εικόνα 5. Φορητά αυτοκινούμενα συστήματα άρδευσης

### 3.ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ Ν.ΔΡΑΜΑΣ

#### 3.1 Τεχνική έκθεση

##### 3.1.1. Συνοπτική Περιγραφή Υφιστάμενων Έργων

Το υφιστάμενο αρδευτικό δίκτυο υδροδοτείται από μικρό φράγμα εκτροπής, αξιοποιώντας εκφορτίσεις πηγών και από υφιστάμενη γεώτρηση. Η ποσότητα νερού που θα χρειαστεί να πάρουμε κατά την αρδευτική περίοδο για τις ανάγκες του προτεινόμενου έργου, παραμένει ίδια με την ποσότητα νερού του παλαιού δικτύου, έτσι με την παρούσα επέμβαση δεν μεταβάλετε το Υδατικό Ισοζύγιο της περιοχής, επιπρόσθετα μειώνετε με τον εκσυγχρονισμό του δικτύου τις απώλειες νερού και έτσι γίνεται καλύτερη αξιοποίηση και εξοικονόμηση του υπάρχοντος νερού.



Εικόνα 6. Περιοχή αρδευτικού δικτύου

Το νερό μεταφέρεται από το Φράγμα με αγωγό μεταφοράς (κεντρικός αγωγός), ο οποίος είναι κατασκευασμένος στο πρώτο τμήμα του 305 μ. από P.V.C Φ225 6atm , ακολουθεί ορθογωνική διώρυγα Ε140 428μ. , στη συνέχεια από P.V.C. Φ225 10atm 647μ., τέλος από P.V.C. Φ225 12,5atm 1941μ. Συγχρόνως ο ίδιος αγωγός μεταφέρει το νερό των πηγών σε δυο λιμνοδεξαμενές αποθήκευσης του νερού συνολικού ωφέλιμου όγκου 64.150 μ<sup>3</sup>.

Οι δυο λιμνοδεξαμενές είναι κατασκευασμένες η μία κάτω από την άλλη, και έχουν διπλή λειτουργία, αποθηκεύουν συγχρόνως το νερό των πηγών για όσο χρονικό διάστημα το δίκτυο δεν λειτουργεί ( και φυσικά και το νερό των βροχοπτώσεων ), και συγχρόνως υδροδοτούν το δίκτυο , εξασφαλίζοντας λόγω της θέσης τους (υψομετρικά είναι τοποθετημένες ψηλά πάνω από το δίκτυο )την απαιτούμενη πίεση στις Υδροληψίες άρδευσης.

Πρόκειται για λιμνοδεξαμενές κατασκευασμένες σε μικτή διατομή μέρος σε εκκαφή μέρος σε επίχωμα , πυθμένα σχήματος πενταγώνου, με πρηνή τραπεζοειδή, υπενδεδυμένες με άοπλο σκυρόδεμα.



Εικόνα 7 Διάταξη σωληνώσεων από την πηγή στις δεξαμενές και τα χωράφια

Αναλυτικά στοιχεία δεξαμενών:

1<sup>η</sup> Δεξαμενή, Πυθμένας σχήματος πενταγώνου διαστάσεων

40μ,60μ,57μ,26μ,46.5μ, εμβαδού 3480 μ<sup>2</sup>, τραπεζοειδή πρηνή με κλίση 1:2,50 εσωτερικά , 1:1,50 εξωτερικά . Βάθος 8μ από τα οποία ωφέλιμο βάθος 7,30μ. Συνολικός όγκος λιμνοδεξαμενής 50300 μ<sup>3</sup>, ωφέλιμος όγκος 42000μ<sup>3</sup> .

2<sup>η</sup> Δεξαμενή, Πυθμένας σχήματος πενταγώνου διαστάσεων

36μ,60μ,36μ,37μ,37μ, εμβαδού 2820μ<sup>2</sup> ,τραπεζοειδή πρηνή με κλίση 1:2,00 εσωτερικά, 1:1,50 εξωτερικά. Βάθος 6μ από τα οποία ωφέλιμο βάθος 5,30.Συνολικός όγκος Λιμνοδεξαμενής 26100μ<sup>3</sup>, ωφέλιμος όγκος 22150μ<sup>3</sup>.

### 3.1.2.Γεωργοτεχνικά-Γεωργοοικονομικά στοιχεία του έργου

Η συνολική διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι **95l/sec**, η οποία προκύπτει αναλυτικά:

1. Από τις πηγές διατίθεται ποσότητα νερού παροχής 30l/sec ( η μέση παροχή των πηγών κατά την αρδευτική περίοδο είναι 30l/sec, η οποία λόγω αναρρύθμισης γίνεται κατά την έξοδο της από της δεξαμενής 40l/sec.
2. Από την αποθήκευση των Δεξαμενών λόγω βροχοπτώσεων διατίθεται ποσότητα νερού παροχής 14 l/sec .περίπου
3. Από υφιστάμενη γεώτρηση διατίθεται ποσότητα νερού παροχής 41l/sec.

Η μέση ειδική παροχή υπολογίζεται σε **0,06 lit/s/στρ.**,

## **Επένδυση της 1<sup>ης</sup> Δεξαμενής - Περιφραξη του περιβάλλοντα χώρου των δύο Δεξαμενών:**

**Επένδυση της επιφάνειας της 1<sup>ης</sup> Δεξαμενής,** πυθμένας και πρανή, με στεγανωτική μεμβράνη πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE), πάχους 1,5 χλστ., ανάγλυφης από τη μια πλευρά και λείας, χρώματος γαλάζιου από την άλλη (HDS-TX). Για την προστασία της στεγανωτικής μεμβράνης και την αποτροπή της επαφής της απευθείας με το σκυρόδεμα όλη η επιφάνεια της Δεξαμενής έχει επενδυθεί πρώτα με γεώφασμα μη υφαντό από ίνες πολυπροπυλενίου, βάρους 300 γρ/μ<sup>2</sup>.

Το στεγανωτικό σύστημα Γεώφασμα - Μεμβράνη έχει αγκυρωθεί σε περιμετρική τραπεζοειδή Τάφρο Αγκύρωσης.

Ο ερματισμός, περιμετρικά του χείλους της δεξαμενής, έχει γίνει με την τοποθέτηση πλακών πεζοδρομίου 0,50μ.Χ0,50μ. εν ξηρώ χωρίς αρμούς σε πλάτος 1μ. με 2μ., περίπου.

Ο ερματισμός της γεωμεμβράνης στα πρανή, έγινε με πλαστικούς σωλήνες υδροροών, υψηλής πίεσεως, ορθογωνικής διατομής 5 x 10εκ., καμπύλων ακμών, πληρούμενων με κονίαμα ή γαρμπιλόδεμα και συνδεόμενων μεταξύ τους, κατά μήκος, με συρματόσχοινο 10χλστ. με μέγιστο κενό 1.00μ., μεταξύ μηκών σωλήνων. Το «κομβολόγιο» αυτό τοποθετείται στα εκατέρωθεν πρανή, ανά αποστάσεις 6μ. περίπου, επάνω σε ραφή. Το συρματόσχοινο είναι σταθερά στερεωμένο, στα δύο άκρα του. Περιμετρικά στον πυθμένα και στο σημείο συμβολής του με το πρανές, τοποθετηθήκαν πλάκες πεζοδρομίου 0,50 x 0,50μ. εν ξηρώ, χωρίς αρμούς.

**Περιφραξη του περιβάλλοντα χώρου των δύο Δεξαμενών:** με απλή περίφραξη, με γαλβανισμένο συρματόπλεγμα (διαμέτρου 3 χιλ., οπής 6x6 εκ. και ύψους 1,50 μ.), πασσάλους από χαλύβδινα προφίλ διατομής Γ 50/50/5 και ύψους 2 μ. πακτωμένους σε σκυρόδεμα, με σιδηρά θύρα απλού σχεδίου.

### 3.1.3.Αρδευτικό Δίκτυο Σωληνώσεις

α. Ο αγωγός της Γεώτρησης συνολικού μήκους 2.188μ., από σωλήνες Πολυαιθυλενίου (PE) 3<sup>ης</sup> γενιάς εξωτερικής διαμέτρου 225 mm, κλάσης 10 atm ατμοσφαιρών για τα 1.566 μέτρα, 12.5 atm για τα 440 μέτρα, και 16 atm για τα 182 μέτρα.

β. Το Αρδευτικό δίκτυο συνολικού μήκους 6.641 μέτρα έχει κατασκευασθεί από σωλήνες Πολυαιθυλενίου (PE) 3<sup>1</sup>- γενιάς , κλάσεων:

1. κλάση σωλήνων 16 atm εξωτερική διάμετρος 225 χιλιοστών μήκος 500m
2. κλάση σωλήνων 16 atm εξωτερική διάμετρος 250 χιλιοστών μήκος 840m
3. κλάση σωλήνων 16 atm εξωτερική διάμετρος 280 χιλιοστών μήκος 1.859m
4. κλάση σωλήνων 16 atm εξωτερική διάμετρος 315 χιλιοστών μήκος 300m
5. κλάση σωλήνων 16 atm εξωτερική διάμετρος 355 χιλιοστών μήκος 494m
6. κλάση σωλήνων 20 atm εξωτερική διάμετρος 125 χιλιοστών μήκος 338m
7. κλάση σωλήνων 20 atm εξωτερική διάμετρος 160 χιλιοστών μήκος 820m
8. κλάση σωλήνων 20 atm εξωτερική διάμετρος 200 χιλιοστών μήκος 890m.
9. κλάση σωλήνων 20 atm εξωτερική διάμετρος 225 χιλιοστών μήκος 420m
10. κλάση σωλήνων 20 atm εξωτερική διάμετρος 250 χιλιοστών μήκος 180m

Όλα τα ειδικά τεμάχια που θα χρησιμοποιηθούν (καμπύλες, ταυ, συστολές, ενωτικά, λαιμοί κ.λ.π.) θα είναι από το ίδιο υλικό δηλ. από Πολυαιθυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς. Οι συνδέσεις των αγωγών καθώς και των ειδικών τεμαχίων θα γίνουν με θερμική αυτογενή μετωπική συγκόλληση.

Θα προηγηθεί η εργασία εκσκαφής των σκαμμάτων για τοποθέτηση των σωλήνων, σε εδάφη γαιώδη η βραχώδη. Η τοποθέτηση των αγωγών εντός του σκάμματος θα γίνει επί υποστρώματος άμμου ορυχείου η χειμάρρου η αμμώδους υλικού πάχους 20 εκατοστών προς έδραση των. στην συνέχεια οι αγωγοί θα εγκιβωτισθούν με την άμμο και τέλος θα τοποθετηθεί άμμος πάχους τουλάχιστον 20 εκατοστών πάνω από τους αγωγούς και το σκάμμα θα επιχωθεί με επιλεγμένα προϊόντα εκσκαφής (απαλλαγμένα από λίθους).

## 4.ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ

### 4.1 Γενικά

Οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό (Irrigation water requirement) αποτελούν τη βασική παράμετρο για τον προγραμματισμό και σχεδιασμό των αρδευτικών έργων. Αν ο υπολογισμός των αναγκών δεν είναι σωστός η απόδοση του έργου είναι μικρή. Αν δηλαδή υπερεκτιμηθούν οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό τότε η παροχетеυτικότητα των δικτύων και οι απαιτούμενες κατασκευές είναι μεγαλύτερες απ αυτές που χρειάζονται, με αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις. Ακόμη στον αγρό χορηγούνται ενδεχομένως μεγάλες ποσότητες νερού με δυσμενή αποτελέσματα στην παραγωγή (έκπλυση των θρεπτικών συστατικών, ανεπαρκής αερισμός του εδάφους). Τέλος, αν θεωρήσουμε ότι ποσότητες νερού είναι συνήθως διαθέσιμες με την υπερεκτίμηση των αναγκών, ουσιαστικά μειώνουμε την αρδεύσιμη ση με δυσμενείς επιπτώσεις στην οικονομία της περιοχής, αν υποεκτιμηθούν οι ανάγκες υπάρχει κίνδυνος για σημαντική της παραγωγής καθώς και φαινόμενα αλατότητας των εδαφών που και αυτά επιδρούν δυσμενώς στη παραγωγή και στην διατήρηση των εδαφικών πόρων.

Με τον όρο "ανάγκες σε αρδευτικό νερό" εννοούμε το ύψος νερού που απαιτείται να χορηγηθεί στις καλλιέργειες με άρδευση επιπλέον του νερού που συνεισφέρεται με άλλους τρόπους (π.χ. Βροχόπτωση) για την κανονική τους ανάπτυξη. Σύμφωνα με τον γενικό αυτό ορισμό στις ανάγκες περιλαμβάνονται η ποσότητα του νερού που καταναλίσκεται από τις καλλιέργειες (διαπνοή και σχηματισμός των ιστών), η ποσότητα που εξατμίζεται από το έδαφος ή τα υγρά μέρη του φυτού, οι απώλειες κατά την εφαρμογή, η ποσότητα που απαιτείται για την έκπλυση των αλάτων καθώς και για άλλες λειτουργίες όπως η αντιπαγετική προστασία.

Προφανώς για τον υπολογισμό των αναγκών βασικοί παράγοντες είναι το κλίμα, το είδος και το στάδιο αναπτύξεως των καλλιεργειών, οι γεωγραφικές συνθήκες, η κατάσταση του αγρού, η διαχείριση του νερού, η



μέθοδος αρδεύσεως, το μέγεθος της αρδευόμενης εκτάσεως και το έδαφος (καμπύλη διαθεσιμότητας της εδαφικής υγρασίας) .

Για το σχεδιασμό των αρδευτικών έργων το ύψος των αναγκών πρέπει να εξετάζεται σε σχέση με τη μεταβολή του στο χρόνο και τόπο. Συνήθως από τα ιστορικά δεδομένα υπολογίζονται οι συνολικές ανάγκες της περιόδου, η εποχιακή τιμή και η τιμή των αναγκών κατά την περίοδο της μέγιστης ζήτησεως (seasonal & peak period water requirement)

Η εποχιακή τιμή των αναγκών σε αρδευτικό νερό χρησιμοποιείται για αδρομερείς υπολογισμούς στην προκαταρκτική φάση μελέτης των αρδευτικών έργων. Η τιμή των αναγκών κατά την περίοδο της μέγιστης ζήτησεως χρησιμοποιείται για τη διαστασιολόγηση των αρδευτικών δικτύων καθώς επίσης και για τον έλεγχο της επάρκειας των υδατικών πάρων. Και οι δύο παράμετροι είναι χρήσιμες για τον οικονομικό υπολογισμό και τη βελτιστοποίηση των αρδευτικών έργων.

#### 4.2 Υπολογισμός αναγκών σε αρδευτικό νερό

Για τον υπολογισμό του ύψους των αναγκών για μια καθορισμένη περίοδο ας θεωρήσουμε τον όγκο που ορίζεται από μια εδαφική στήλη βάθους ίσου με το βάθος του ριζοστρώματος της καλλιέργειας που μας ενδιαφέρει. Τότε η εξίσωση του ισοζυγίου του νερού στον όγκο αυτό μέσα σ' ένα ορισμένο χρονικό διάστημα είναι:

$$W1+IR+Pe-ET+WG-WD+(WHI-WHO)=W2 \quad (4.1)$$

η οποία μετασχηματίζεται:

$$IR= ET-Pe-WG +(W2-W1)+L \quad (4.2)$$

όπου  $\Delta W= W1-W2$  ή  $IR= ET-Pe-WG-\Delta W+L$

αν θεωρηθούν απώλειες (L) οι εκροές από τον όγκο αναφοράς εκτός της εξατμισοδιαπνοής (ET):

$$L = (WHO - WHI) + WD$$

Τελικά οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό IR εκφράζονται:

$$IR = \frac{Ea - P_e - W_G - \Delta_w}{Ea} = \frac{IR_n}{Ea} \quad (4.3)$$

**WHI,WHO**: εισροή, εκροή νερού δια μέσου των πλευρικών ορίων του όγκου που εξετάζεται

**W1,W2**: η αρχική και η τελική αποθήκευση νερού στο ριζόστρωμα

**WD**: εκροή λόγω βαθιάς διηθήσεως

**WG**: εισροή νερού από έδαφος κάτω από το ριζόστρωμα (συμβολή της υπόγειας στάθμης)

**ΔW**: η μεταβολή αποθηκείσεως νερού στον όγκο αναφοράς κατά την περίοδο του ισοζυγίου

**Pe**: η ενεργός (ωφέλιμη) βροχόπτωση (effective rainfall)

**Ea**: ο συντελεστής αποδόσεως κατά την εφαρμογή

**IRn**: το καθαρό ύψος αναγκών

Ο υπολογισμός των αναγκών κατά την περίοδο της ξηρασίας, οπότε οι ανάγκες γίνονται συνήθως μέγιστες, μπορεί να γίνει από την (4.3) μετά από παράλειψη της ενεργού βροχοπτώσεως

$$IR = \frac{Ea - W_G - \Delta_w}{Ea} \quad (4.4)$$

ή και απλούστερα:

$$IR = \frac{ET}{Ea} \quad (4.5)$$

Ο υπολογισμός των μέγιστων αναγκών πρέπει να γίνει με βάση μικρά σχετικώς διαστήματα (μιας εβδομάδας ή ίσο με το χρόνο μεταξύ δύο αρδεύσεων) ώστε να μπορούν να καταγραφούν επαρκώς οι μεταβολές του μεγέθους αναγκών.

Από τους όρους που υπεισέρχονται στις εξισώσεις για τον υπολογισμό του ύψους των αναγκών ο σημαντικότερος είναι αυτός που αντιπροσωπεύει

την εξατμισοδιαπνοή. Η εξατμισοδιαπνοή έχει ερευνηθεί υπερβολικά δυσανάλογα σε σύγκριση με τους άλλους όρους που υπεισέρχονται στις παραπάνω εξισώσεις. Πρέπει να τονισθεί εδώ ότι σε πολλά συγγράμματα και άρθρα ούτε καν αναφέρονται οι άλλοι όροι που η συμβολή τους μπορεί να είναι απόλυτα ουσιαστική για το σωστό υπολογισμό των αναγκών σε αρδευτικό νερό.

#### 4.2.1 Εξατμισοδιαπνοή

Με τον όρο υδατοκατανάλωση (water consumption) των καλλιεργειών (\*) εννοούμε την ολική ποσότητα που χρησιμοποιείται για τη διαπνοή των φυτών, την εξάτμιση από τις επιφάνειες φυτών και εδάφους καθώς και την ποσότητα που χρειάζεται για κατασκευή των ιστών και του κορμού. Σε μια κανονική περίοδο αναπτύξεως η ποσότητα που παραμένει στο φυτό για τη δόμηση του είναι λιγότερο από το 1% της συνολικής ποσότητας που καταναλώθηκε στην εξάτμιση και τη διαπνοή.

Ο όρος *εξατμισοδιαπνοή* (evapotranspiration) ορίζεται σαν την ποσότητα που καταναλίσκεται στη διαπνοή των φυτών και στην εξάτμιση των υγρών μερών του φυτού και του εδάφους κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου. Η διαπνοή, που είναι γενικά αποτέλεσμα βιολογικών διεργασιών και η εξάτμιση, που είναι ένα φυσικό φαινόμενο, αναφέρονται μαζί για ευκολία μια που είναι δύσκολο να διαχωριστούν ποσοτικά.

Έρευνες των τελευταίων ετών οδήγησαν στο διαχωρισμό της εξάτμισης του εδάφους από τη διαπνοή (Ritchie, 1974). Η πραγματική διαπνοή συσχετίσθηκε με επιτυχία με παραμέτρους όπως το μέγεθος των φύλλων του φυτού (leaf area index), την εδαφική υγρασία και την δυναμική διαπνοή. Εντούτοις τέτοια διάκριση δεν γίνεται για όλους τους πρακτικούς σκοπούς όπου η εξατμισοδιαπνοή θεωρείται ενιαία μεταβλητή και ίση με την υδατοκατανάλωση.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής υποθέτουν συνήθως ότι υπάρχει πάντα επαρκές

διαθέσιμο νερό στο έδαφος το οποίο καταναλίσκεται με την εξατμισοδιαπνοή. Συνήθως σαν καλλιέργεια αναφοράς παίρνεται το γρασίδι. Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (potential evapotranspiration of reference crop, PET) είναι η εξατμισοδιαπνοή από μια επιφάνεια πλήρως καλυμμένη από γρασίδι ομοιόμορφου ύψους 8-15 cm, ελεύθερου από οποιαδήποτε ασθένεια με επαρκές διαθέσιμο εδαφικό νερό για την ανάπτυξη του (Doorenbos & Pruitt 1977, Penman 1948)(\*\*). Προφανώς λόγω κυρίως των διαφορετικών αεροδυναμικών και ανακλαστικών χαρακτηριστικών των καλλιεργειών, ή δυναμική εξατμισοδιαπνοή κάθε καλλιέργειας δεν είναι ίση με αυτή της καλλιέργειας αναφοράς. Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας PETc μπορεί να προβλεφθεί αν είναι γνωστή η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς PET με την εισαγωγή ενός φυτικού συντελεστή που χαρακτηρίζει τη διαφορά των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας από την καλλιέργεια αναφοράς (Kc)

$$PET_c = K_c \cdot PET \quad (4.6)$$

Οι τιμές του φυτικού συντελεστή Kc δίνονται στους πίνακες 4.1 και 4.2 για κάθε μήνα. Οι τιμές βρέθηκαν συνθετικά για τις μέσες Ελληνικές συνθήκες σύμφωνα με τη μέθοδο Doorenbos & Pruitt 1977.

(\*) Ο όρος υδατοκατανάλωση είναι επίσης γνωστός σαν Χρήσιμη Κατανάλωση ή Αναγκαία Κατανάλωση (Consumptive Use).

(\*\*) Άλλοι ερευνητές (Jensen & Haise 1973) πρότειναν σαν καλλιέργεια αναφοράς το αλφάλφα (τύπος μηδικής). Για να αποφεύγεται η ενδεχόμενη σύγχυση θα ήταν καλό να μείνουμε στην αρχική καλλιέργεια αναφοράς όπως προτάθηκε από τον Penman

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής κατατάσσονται σε *άμεσες και έμμεσες*. Γενικά οι άμεσες μέθοδοι δίνουν καλύτερα αποτελέσματα. Εντούτοις στο σχεδιασμό των αρδευτικών έργων, που είναι μια διαδικασία που διαρκεί μικρό σχετικά διάστημα, είναι σπάνιο να υπάρχουν αποτελέσματα από άμεσες μεθόδους, γι' αυτό συνήθως η εκτίμηση της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής γίνεται έμμεσα. Αυτός είναι ο λόγος που στα επόμενα δίνεται έμφαση σ' αυτές από τις έμμεσες μεθόδους που είτε χρησιμοποιούνται ευρύτατα είτε έχουν θεωρητική βάση και μεγαλύτερη ακρίβεια.

Για τους σχετικούς υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά στοιχεία, που πάρθηκαν από τον Μετεωρολογικά Σταθμό Δράμας και Μικρόπολης.

Το μέρος στην περιοχή της Καλλιθέας βρίσκεται σε υψόμετρο 104m και σε γεωγραφικό πλάτος 41°, με τα παρακάτω στοιχεία:

**Πίνακας 1**

Μήνες	Θερμοκρασία °C	Υγρασία	Ταχύτητα ανέμου	Ώρες ηλιοφάνειας
Απρίλιος	31	70%	0,13km/ημέρα	13,1h
	4,1			
Μάιος	32,9	62%	0,14km/ημέρα	14,12h
	8,1			
Ιούνιος	35,9	69%	0,11km/ημέρα	14,5h
	8,4			
Ιούλιος	36,6	63%	0,11km/ημέρα	13,3h
	14,1			
Αύγουστος	37,3	55%	0,13km/ημέρα	13,8h
	15,2			
Σεπτέμβριος	26,6	81%	0,12km/ημέρα	11,3h
	15,4			

Με την χρήση του προγράμματος Daily ET του Cranfield University βρίσκουμε τον μηνιαίο κλιματικό παράγοντα (f) για κάθε μήνα :

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2**

Μήνας	f	Μονάδα
Απρίλιος	128,5	mm/m
Μάιος	162,5	mm/m
Ιούνιος	181	mm/m
Ιούλιος	174,6	mm/m
Αύγουστος	156,6	mm/m
Σεπτέμβριος	99,7	mm/m

Κατά την μέθοδο BLANEY- GRIDDLE οι μηνιαίες απαιτήσεις των καλλιέργειών δίνονται από τον τύπο:

$$U = K * f \quad (4.7)$$

U = Υδατοκατανάλωση καλλιέργειας για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο σε χλσ. ή m<sup>3</sup>

K = Εμπειρικός συντελεστής υδατοκατανάλωσης, που εξαρτιέται από το είδος της καλλιέργειας.

f = μηνιαίος κλιματικός παράγοντας

**-Εύρεση (U) Υδατοκατανάλωση καλλιέργειας για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο-**

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Μήνες	Καπνά K=0,80	Σιτηρά, Βαμβάκι K=0,70	Καλαμπόκι K=0,75	Τριφύλλι K=0,90
Απρίλιος	102,8	89,95	96,375	115,65
Μάιος	130	113,75	121,875	146,25
Ιούνιος	144,8	126,7	135,75	162,9
Ιούλιος	139,68	122,22	130,95	157,14
Αυγουστος	125,28	109,62	117,45	140,94
Σεπτέμβριος	79,76	69,79	74,775	89,73

**-Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σε mm-**

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Μήνες	Πραγματικές Βροχοπτώσεις R	Ωφέλιμες Βροχοπτώσεις $R'=0.875 \cdot R - 4$
Απρίλιος	70,7	57,8625
Μάιος	82,2	67,925
Ιούνιος	69,3	56,6375
Ιούλιος	56,1	45,0875
Αυγουστος	40,9	31,7875
Σεπτέμβριος	46,3	36,5125

-Απαιτήσεις καλλιεργειών σε νερό σε  $m^3 N = U - R'$  σε  $m^3/στρ.$ -

ΠΙΝΑΚΑΣ  
5

Είδος καλλιέργειας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Σύνολο
<b>Καπνά</b>	62,075	88,1625	94,5925	-	-	244,83
<b>Καλαμπόκι</b>	53,95	79,1125	85,8625	85,6625	-	304,588
<b>Βαμβάκι</b>	45,825	70,0625	77,1325	77,8325	-	270,853
<b>Τριφύλλι</b>	78,325	106,262	112,052	109,152	53,2175	459,01

-Ετήσιες ανάγκες σε νερό ( με απώλειες ) σε  $m^3$ -

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρ.)	Ανάγκες σε νερό $m^3/στρ$	Συνολικές ανάγκες
Καπνός	154	244,83	37703,82
Βαμβάκι	258	270,8525	69879,945
Τριφύλλι	213	459,01	97769,13
Σιτηρά	352	-	-
Καλαμπόκι	603	304,5875	183666,2625
Σύνολο	1228	-	<b>389019,1575</b>
	-352		



Ετήσιες ανάγκες σε νερό ( με απώλειες ) σε m<sup>3</sup> τον κρίσιμο μήνα Ιούλιο

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρ.)	Ανάγκες σε νερό m <sup>3</sup> /στρ	Συνολικές ανάγκες
Καπνός	154	94,5925	14567,245
Βαμβάκι	258	77,1325	19900,185
Τριφύλλι	213	112,0525	23867,1825
Σιτηρά	352	-	-
Καλαμπόκι	603	85,8625	51775,0875
	1228		
Σύνολο	-352	-	<b>110109,7</b>

## Διαδικασία εύρεσης πραγματικής παροχής-

- Το νερό εφαρμογής (V<sub>ε</sub>) δίνεται από την σχέση:

$$V_e = \text{Συνολικές ανάγκες σε νερό} / \text{τεχνητή βροχή το μήνα Αύγουστο}$$

$$= 110109,7 / 0,85 = 129540,8 \text{ m}^3$$

- Η ωριαία παροχή κεφαλής δικτύου (Q) = V<sub>ε</sub> / μέρες λειτουργίας \*  
Ώρες λειτουργίας την μέρα

$$Q = 129540,8 / (25 * 18) = 287,8684967 \text{ m}^3 / \text{h} = 287,8684967 ( 1000 / 3600 )$$

$$\text{lt / sec} = 79,96347131 \text{ lt / sec}$$

- Η ειδική συνεχής παροχή περιόδου αιχμής q<sub>0</sub> = Q / συνολική έκταση καλλιέργειας

$$q_0 = 79,96347131 \text{ lt/sec} / 1580 \text{ στρ.} = \mathbf{0,051} \text{ lt/sec/στρ.}$$

Σύμφωνα με την μελέτη του έργου στο κεφάλαιο 3.1.2 η μέση ειδική παροχή του έργου είναι 0,06 lt/sec/στρ. με ωριαία παροχή κεφαλής δικτύου 95 lt/sec.

Από τους παραπάνω υπολογισμούς και με τη χρήση των στοιχείων , που πάρθηκαν από τον Μετεωρολογικά Σταθμό Δράμας και Μικρόπολης βρέθηκε ότι η μέση ειδική παροχή νερού που χρειάζονται οι καλλιέργειες της περιοχής είναι 0,051 lt/sec/στρ.

Το περισσευούμενο νερό υπολογίζεται από την αφαίρεση της μέσης ειδικής παροχής του έργου με την μέση ειδική παροχή των καλλιεργειών της περιοχής:

$$0,06 \text{ lt/sec/στρ} - 0,051 \text{ lt/sec/στρ} = 0,009 \text{ lt/sec/στρ}.$$

Σκοπός μας είναι να μετατρέψουμε την διαφορά των ειδικών παροχών έργου και καλλιεργειών στη ποσότητα νερού (σε m<sup>3</sup>) που μένει ανεκμετάλλευτη και είναι διαθέσιμη προς πάσα αξιοποίηση .

- Με τον πολλαπλασιασμό της διαφοράς των ειδικών παροχών και των συνολικών εκτάσεων μετατρέπουμε την ποσότητα σε lt/sec :

$$0,009 \text{ lt /sec /στρ} \cdot 1580 \text{ στρ} = 14,22 \text{ lt/sec}$$

- Μετατρέπουμε τα lt /sec σε m<sup>3</sup>/ h πολλαπλασιάζοντας με 3600sec για μια ώρα και διαιρώντας με 1000 (1 lt = 1000 m<sup>3</sup>) :

$$14,22 \text{ lt /sec} \cdot 3600 / 1000 = 51,192 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- Πολλαπλασιάζοντας με τις ώρες και τις μέρες λειτουργίας του δικτύου (18\*25) βρίσκουμε την ποσότητα σε νερό με τις απώλειες του δικτύου:

$$51,192 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot 18 \text{ h} \cdot 25 \text{ μέρες} = 23036,4 \text{ m}^3$$

- Τέλος πολλαπλασιάζοντας με τον συντελεστή άρδευσης με τεχνητή βροχή 0,85 τον μήνα Ιούλιο βρίσκουμε την περισσευούμενη ποσότητα νερού από το δίκτυο χωρίς απώλειες :

$$23036,4 \text{ m}^3 * 0,85 = \underline{\underline{19580,94}} \text{ m}^3$$

Συνοψίζοντας 19580,94 m<sup>3</sup> νερό είναι το περίσσειμα του έργου μια ποσότητα νερού που έχει δυνατότητες να υδροδοτήσει με οποιοδήποτε τρόπο τις διαφορές ανάγκες στην περιοχή.

## 5.ΣΥΓΚΡΙΣΗ-ΚΕΡΔΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Με βάση τις καλλιέργειες και με τις απαντήσεις των αγροτών της περιοχής, πάνω στα κέρδη και τις δαπάνες των καλλιεργειών ανά στρέμμα έχουμε τα εξής αποτελέσματα:

### Καλαμπόκι

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

	<u>Έξοδα</u>			<u>Έσοδα</u>	
Αγορά Σπόρου	25	€/στρ.	1250 kg/στρ	0,15 €/Kg	187,5 €/στρ.
Αγορά Λιπάσματος	45	€/στρ.		Επιδότηση	50 €/στρ.
Διάφορα	20	€/στρ.		<b>Σύνολο</b>	<b>237,5 €/στρ.</b>
Φάρμακο για χόρτα	10	€/στρ.			
Τρακτέρ για αυλάκια	10	€/στρ.			
Νερό για πότισμα	25	€/στρ.			
Όργανο	15	€/στρ.		<b>Κέρδος</b>	
Καλλιεργητής	15	€/στρ.		<b>Έσοδα - Έξοδα</b>	<b>52,5 €/στρ.</b>
Σπορά	5	€/στρ.			
Μάζεμα	15	€/στρ.			
<b>Σύνολο</b>	<b>185</b>	<b>€/στρ.</b>			

Στην περίπτωση του καλαμποκιού χρειάζονται πέντε ποτίσματα αξίας πέντε ευρώ τη σεζόν με ποσότητα 40m<sup>3</sup> νερού ανά πότισμα, δηλαδή 200m<sup>3</sup> νερό την σεζόν.

Σύμφωνα με τους αγρότες της περιοχής το στρέμμα αποδίδει 1250Kg.

Με τιμή πώλησης 0,15€ το κιλό :

$$0,15 * 1250 = 187,5\text{€/στρέμμα}$$

Συνεπώς η διαφορά των δαπανών με τα έσοδα μας δίνει το καθαρό κέρδος της καλλιέργειας καλαμποκιού ανά στρέμμα.

$$237,5 - 185 = 52,5 \text{ €/στρέμμα καθαρό κέρδος}$$

### Βαμβάκι

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

	<u>Έξοδα</u>			<u>Έσοδα</u>		
Όργωμα	15	€/στρ.	350 Kg/στρ	0,5 € /Kg	175	€/στρ.
Σπόρος	12	€/στρ.		Επιδότηση	60	€/στρ.
Λίπασμα	20	€/στρ.		<b>Σύνολο</b>	<b>235</b>	<b>€/στρ.</b>
Σπορά	5	€/στρ.				
Φάρμακο για χόρτα	40	€/στρ.				
Τσάπισμα	10	€/στρ.				
Νερό για πότισμα	60	€/στρ.		<b>Κέρδος</b>		
Μάζεμα	25	€/στρ.		Έσοδα - Έξοδα	48	€/στρ.
<b>Σύνολο</b>	<b>187</b>	<b>€/στρ.</b>				

Στην περίπτωση του βαμβακιού χρειάζονται τρία ποτίσματα αξίας είκοσι ευρώ τη σεζόν με ποσότητα 40m<sup>3</sup> νερού ανά πότισμα, δηλαδή 120m<sup>3</sup> νερό την σεζόν.

Σύμφωνα με τους αγρότες της περιοχής το στρέμμα αποδίδει 350Kg. Με τιμή πώλησης 0,50 € το κιλό :

$$0,50 * 350 = 175 \text{ €/στρέμμα}$$

Η διαφορά των δαπανών με τα έσοδα μας δίνει το καθαρό κέρδος της καλλιέργειας καλαμποκιού ανά στρέμμα.

$$235 - 187 = 48 \text{ €/στρέμμα καθαρό κέρδος}$$

**Τριφύλλι**  
**ΠΙΝΑΚΑΣ 10**

	<u>Έξοδα</u>			<u>Έσοδα</u>		
Σπόρος	30	€/στρ.	1000 Kg/στρ.	0,18 €/Kg	180	€/στρ.
Ενσωμάτωση	8	€/στρ.		<b>Σύνολο</b>	<b>180</b>	<b>€/στρ.</b>
Νερό για πότισμα	75	€/στρ.				
Όργανο	10	€/στρ.				
Φρεζάρισμα	10	€/στρ.		<b>Κέρδος</b>		
Καλλιέργητης	5	€/στρ.		Έσοδα - Έξοδα	21	€/στρ.
Σπορά	5	€/στρ.				
Λίπασμα	16	€/στρ.				
<b>Σύνολο</b>	<b>159</b>	<b>€/στρ.</b>				

Στην περίπτωση του τριφυλλιού χρειάζονται τρία ποτίσματα αξίας είκοσι πέντε ευρώ τη σεζόν με ποσότητα 50m<sup>3</sup> νερού ανά πότισμα, δηλαδή 150m<sup>3</sup> νερό την σεζόν.

Σύμφωνα με τους αγρότες της περιοχής το στρέμμα αποδίδει 1000 Kg. Με τιμή πώλησης 0,18 € το κιλό :

$$0,18 * 1000 = 180 \text{ €/στρέμμα}$$

Η διαφορά των δαπανών με τα έσοδα μας δίνει το καθαρό κέρδος της καλλιέργειας καλαμποκιού ανά στρέμμα.

$$180 - 159 = 21 \text{ €/στρέμμα καθαρό κέρδος}$$

**Σιτηρά**  
**ΠΙΝΑΚΑΣ 11**

	<u>Έξοδα</u>		<u>Έσοδα</u>		
Σπόρος	10	400Kg/στρ	0,21€/Kg	84	€/στρ
Λίπασμα	15		Σύνολο	84	€/στρ
Φάρμακα	8				
Μάζεμα	20				
Όργανο	12				
Σπορά	5		<u>Κέρδος</u>		
Τρακτέρ για φρεζάρισμα	10		Έσοδα-Έξοδα	4	€/στρ
Σύνολο	80				

Στην περίπτωση των σιτηρών δεν υπάρχουν ανάγκες σε νερό και υπάρχει μηδαμινό κόστος, η μη επιδότηση των καλλιεργειών δεν δίνει μεγάλο κέρδος στους αγρότες.

## Τα υπέρ και τα κατά της καλλιέργειας σιτηρών

Τα βασικότερα ενδογενή προβλήματα του τομέα των σιτηρών είναι τα ακόλουθα:

- Αυξημένο κόστος παραγωγής και αντίστοιχη μείωση της ανταγωνιστικότητας κυρίως λόγω του μικρού μεγέθους του κλήρου, του πολυτεμαχισμού της αγροτικής γης, της περιορισμένης και ανομοιόμορφης κατανομής των βροχοπτώσεων και τέλος της χαμηλής γονιμότητας των εδαφών (μονοκαλλιέργεια).
- Προβλήματα διάθεσης των προϊόντων λόγω διεθνών εμπορικών συγκυριών.
- Εξαρτώμενη τιμή προϊόντων από τα καιρικά φαινόμενα
- Ποιοτική υστέρηση προϊόντων λόγω πολλών προσμείξεων με ανεπιθύμητους σπόρους ζιζανίων.
- Έλλειψη υποδομών (αποθηκευτικοί χώροι, σιλό, σύγχρονα γεωργικά μηχανήματα κ.λπ.).
- Εισαγωγή δημητριακών από βαλκανικές χώρες με χαμηλό κόστος παραγωγής.
- Ο τομέας των σιτηρών καλύπτει μεγάλες εκτάσεις της χώρας μας, συμβάλλοντας έτσι στη διαμόρφωση του αγροτικού εισοδήματος. Οι ευκαιρίες ανάπτυξης του τομέα συνοψίζονται στα ακόλουθα:
  - Αξιοποίηση και επέκταση νέων βελτιωμένων τεχνικών της καλλιέργειας.
  - Αξιοποίηση νέων βελτιωμένων ποικιλιών.
  - Δυνατότητες συνεργασίας παραγωγών σκληρού σίτου με βιομηχανίες ζυμαρικών και ζυθοποιίες (συμβολαιακή γεωργία).
  - Δυνατότητα προώθησης νέων ποικιλιών στις ευρωπαϊκές αγορές.
  - Αύξηση της ανταγωνιστικότητας της εσωτερικής παραγωγής σιτηρών της ΕΕ σε σχέση με τα εισαγόμενα προϊόντα, η οποία θα επιτρέψει να διατηρηθούν σε υψηλό επίπεδο, ή ακόμα και να αυξηθούν οι εμπορικές διέξοδοι και ιδιαίτερα στον τομέα των ζωοτροφών.



- Όφελος από τις ευκαιρίες της παγκόσμιας αγοράς, της οποίας ο όγκος των συναλλαγών αναμένεται ότι θα αυξηθεί, μεσομακροπρόθεσμα, σημαντικά.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ορθολογική χρήση του νερού είναι μια αναγκαιότητα σε περιοχές με έλλειψη νερού. Στην αναπτυσσόμενη γεωργία, οι απώλειες της παραγωγής λόγω μη σωστής θρέψης ή φυτο-υγείας έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ αυτές που έχουν σχέση με την διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης συνεχίζουν να είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες που προκαλούνται από όλες τις άλλες αιτίες συνολικά. Γι αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης μέσω καλύτερης διαχείρισης.

Εξαιτίας της έλλειψης σχεδιασμού της άρδευσης (πότε και πόσο νερό να βάλουμε), οι αγρότες αρδεύουν εμπειρικά και για να αισθάνονται ασφαλείς τείνουν να αυξάνουν την ποσότητα του νερού άρδευσης, ιδιαίτερα όταν το κόστος του είναι χαμηλό. Σαν αποτέλεσμα 20% περίπου του εφαρμοζόμενου νερού χάνεται, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσονται ανταγωνισμοί και διαμάχες με άλλους τομείς κατανάλωσης (ύδρευση, βιομηχανία, τουρισμός).

Για να μπορέσουμε να ξεφύγουμε από την εμπειρική άρδευση, ώστε να γίνει η όσον το δυνατόν ορθολογικότερη χρήση του νερού για άρδευση, πρέπει να μπορούμε στην λογική του επιστημονικού και ακριβή υπολογισμού των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό. Έτσι πρέπει να γίνουν υπολογισμοί και τα αποτελέσματά τους εφαρμοσθούν στην πράξη.

Έτσι με επιστημονικούς υπολογισμούς μπορούμε να κάνουμε μια ανακατανομή των καλλιεργειών με στόχο την όσο το δυνατόν πλήρη αξιοποίηση του αρδευτικού νερού στο δίκτυο που μελετήσαμε.

Η καλλιέργεια με το μεγαλύτερο κέρδος ανά στρέμμα το καλαμπόκι και η καλλιέργεια με το μικρότερο κέρδος είναι των σιτηρών (μηδενική χρήση αρδευτικού νερού).

Η ανακατανομή θα γίνει μεταξύ των καλλιεργειών αυτών, με την αύξηση των εκτάσεων καλαμποκιού και την ταυτόχρονη μείωση των εκτάσεων σιτηρών με έτσι ώστε να αξιοποιηθεί πλήρως η ποσότητα του περισσευούμενου νερού .

Το περίσσευμα του αρδευτικού νερού είναι  $19580,94\text{m}^3$ .

Τα απαιτούμενα κυβικά μέτρα ανά στρέμμα για το καλαμπόκι είναι  $200\text{ m}^3$ .

Τα στρέμμα που μπορούν να υδροδοτήσουν τα  $19580,94\text{m}^3$  προέρχονται από την διαίρεση τους με τα κυβικά ανά στρέμμα του καλαμποκιού.

Δηλαδή:

$$19580,94\text{m}^3 / 200\text{ m}^3 = 97,9 \text{ στρέμματα}$$

Τα σιτηρά δίνουν το ελάχιστο κέρδος στο στρέμμα και ταυτόχρονα έχουν μηδαμινή ανάγκη σε αρδευτικό νερό, το οποίο πλεονάζει.

Για την ολοκληρωτική χρήση λοιπόν του νερού αυτού θα μπορούσαμε να αφαιρέσουμε 97,9 στρέμματα από την καλλιέργεια σιτηρών και να τα προσθέσουμε στην καλλιέργεια καλαμποκιού.

Συνεπώς :

Τα σιτηρά με συνολικές εκτάσεις 352 στρεμμάτων θα μειωθούν κατά 97,9 στα **254,1** στρέμματα.

Η καλλιέργεια του καλαμποκιού θα έχει την ανάλογη αύξηση από τα 603 στρέμματα με την πρόσθεση 97,9 θα φτάσει στα 700,9 στρέμματα.

Με την ανακατανομή αυτή των καλλιεργειών τα αρδευτικό νερό του δικτύου θα καλύπτει πλήρως τις υδατικές ανάγκες των εκτάσεων αυτών βοηθώντας και την οικονομία της περιοχής αφού θα υδροδοτεί πλέον καλλιέργειες με μεγαλύτερο κέρδος εκμετάλλευσης.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Ζαφείρης Γ. Παπαζαφειρίου(1998) Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων, Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Ζαφείρης Γ. Παπαζαφειρίου (1999) Ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών, Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Δ/νση έγγειων βελτιώσεων Π.Ε Δράμας ,Γεωργική και Τεχνική Μελέτη κατασκευής φράγματος Καλλιθέας και άρδευσης περιοχών κοινότητας Καλλιθέας Ν.Δράμας
- Cranfield University Daily ET Silsoe
- Λεωνίδας Ι. Παναγιωτόπουλος Στοιχεία εδαφολογίας, ιδιωτική έκδοση
- Υπουργείο Γεωργίας φυσικών πόρων και περιβάλλοντος Τμήμα Γεωργίας, Υδατικές ανάγκες των αρδευόμενων καλλιεργειών

